

基于熵权TOPSIS与OLS回归模型的政府数字治理能力实证研究

严奥齐

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2025年7月9日; 录用日期: 2025年7月30日; 发布日期: 2025年8月8日

摘要

政府数字治理能力是国家治理现代化的重要组成部分, 其提升对社会经济创新发展具有深远意义。本文以中国289个城市为研究对象, 构建包含基础设施建设、政务服务能力、技术应用能力等维度的评估指标体系, 运用熵权TOPSIS方法对其数字治理能力进行测评, 并通过OLS回归模型分析其影响因素。研究发现, 科学技术支出与人口规模是数字治理能力提升的双引擎, 一网通办全程网办率虽具有显著正向影响, 但贡献度相对较低, 反映出技术效能释放依赖制度协同; 大数据局的设立对数字治理能力有一定促进作用, 但需配套立法或财政投入才能充分发挥效能。基于此, 本文提出“技术-制度-人才”三位一体策略, 建议东部强化技术引领, 中西部聚焦特色场景突破, 并通过数据产权改革激发治理效能, 以推动区域均衡发展, 助力数字治理从“单点突进”向“系统跃迁”。

关键词

政府数字治理, 熵权TOPSIS, OLS回归模型

Empirical Research on Government Digital Governance Capacity Based on Entropy Weight TOPSIS and OLS Regression Model

Aoqi Yan

Business School of University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jul. 9th, 2025; accepted: Jul. 30th, 2025; published: Aug. 8th, 2025

Abstract

The digital governance capacity of the government is an important component of the modernization

文章引用: 严奥齐. 基于熵权 TOPSIS 与 OLS 回归模型的政府数字治理能力实证研究[J]. 建模与仿真, 2025, 14(8): 1-8.
DOI: 10.12677/mos.2025.148542

of national governance, and its improvement has profound significance for the innovative development of the social economy. This paper takes 289 cities in China as the research object, constructs an evaluation index system including dimensions such as infrastructure construction, government service capabilities, and technology application capabilities, uses the entropy weight TOPSIS method to assess their digital governance capabilities, and analyzes the influencing factors through the OLS regression model. The research finds that expenditure on science and technology and population size are the dual engines for the improvement of digital governance capabilities. Although the full-process online processing rate of one-stop online services has a significant positive impact, its contribution is relatively low, reflecting that the release of technological efficiency relies on institutional synergy. The establishment of a big data bureau has a certain promoting effect on digital governance capabilities, but it requires supporting legislation or financial input to fully exert its effectiveness. Based on this, this paper proposes a trinity strategy of “technology-system-talent”, suggesting that the eastern region strengthen technological leadership, the central and western regions focus on breakthroughs in characteristic scenarios, and stimulate governance efficiency through data property rights reform to promote balanced regional development and facilitate the transformation of digital governance from “single-point advancement” to “systematic leap”.

Keywords

Government Digital Governance, Entropy Weight TOPSIS, OLS Regression Model

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在数字化时代，政府数字治理能力的提升已成为推动国家治理现代化的关键环节。政府数字治理是指政府利用数字技术，通过优化行政流程、创新服务模式和提升决策科学性，实现对社会公共事务的有效管理和服。随着信息技术的飞速发展，政府数字治理不仅改变了传统治理模式，还为政府与公民之间的互动提供了新的平台和渠道，进而提升政府的响应性和透明度。然而，数字治理能力的构建与发展涉及多方面因素，需要从理论与实践层面深入探讨。

当前，以智慧城市建设为代表的数字治理实践在促进城市创新驱动发展方面发挥了显著作用，相关研究发现智慧城市试点政策通过降低制度性交易成本和改善政商关系，显著提升了城市的创新能力和治理效能[1]。然而，数字治理的有效实施并非仅靠技术的单兵突进就能实现，还需理念的更新、制度的变革、组织的转型以及法治和伦理的规范。否则，不仅难以充分发挥技术的赋能作用，还可能引发新的问题，影响公众的体验与满意度[2]。此外，尽管数字政府治理在实践中展现出强大的效能，但也面临着诸如数据孤岛、服务协同性差等问题[3]。因此，如何系统性地构建和提升政府的数字治理能力，实现技术、制度与社会需求的有机结合，已成为当前亟待解决的关键问题。从理论层面来看，政府数字化转型不仅是技术赋能，更是通过技术与制度的双重驱动来重构政府治理结构和提升治理能力[4]。数字治理、数据治理、智能治理与智慧治理作为国家治理体系的重要范式，彼此之间相互关联、协同发展，共同推动着国家治理现代化的进程[5]。在信息社会中，人际互动以信息交换为中心，信息生产和传播日趋“互动化”和“扁平化”，“数字政府治理”强调数据融通和以人民为中心的“智慧服务”，并响应信息革命下社会发展的内在需求[6]。

综上所述，政府数字治理能力既是国家治理现代化的重要组成部分，也是提升政府绩效、增进公民

福祉的关键途径。本文旨在通过构建一个科学合理的政府数字治理能力评估指标体系，结合熵权 TOPSIS 方法对中国地级市的数字治理能力进行实证研究。本研究不仅填补了现有研究在城市层面的空白，还试图揭示影响政府数字治理能力的关键因素。通过熵权 TOPSIS 方法，本文可以客观地评估各城市的数字治理能力，并通过 OLS 回归模型进一步探索一网通办全程网办率、科学技术支出等关键变量对数字治理能力的具体影响机制。这将为政府决策者提供有价值的参考，帮助其制定更具针对性的政策，推动数字治理能力的全面提升。

2. 政府数字治理能力评估指标体系

为科学评估政府数字治理能力，本研究基于系统性、可操作性和导向性原则，构建了包含 4 个一级维度、8 个二级指标的多层次评估体系(如表 1 所示)，全面覆盖基础设施支撑、数据治理能力、服务效能及技术应用深度等核心领域。

Table 1. Indicator system for government digital governance capacity

表 1. 政府数字治理能力指标体系

一级指标	二级指标	单位
基础设施建设	每万人拥有 5G 基站数	个/万人
	互联网宽带接入用户数	万户
数据治理能力	开放数林指数	/
	年度政府信息予以公开数量	件
政务服务能力	政务服务“好差评”满意度	%
	全国政务热线服务质量	/
技术应用能力	城市运行相关事务入网数量	个
	可全程在线办理政务服务事项数量	项

3. 政数据来源与研究方法

3.1. 数据来源与研究对象

本研究最终确定了包括 8 个指标在内政府数字治理能力的评估指标，指标数据为 2023 年数据，主要来源于国家统计局与政府人民网站，《中国城市统计年鉴》、各市统计年鉴、各市政府网站工作报告与政府信息公开工作年报等，指标部分缺失值用其临近年份数据或平均值代替。本研究将中国所有地级市作为整体，经过数据搜集与处理，舍去数据严重缺失的地级市，最终选择 289 个城市作为研究对象。

3.2. 熵值法

熵值法是通过明确信息的效用价值即信息熵来确定指标权重的方法，其优势在于计算过程较为客观，增强了科学性[7]。采用熵权 TOPSIS 方法对中国政府数字治理能力进行评估，该方法通过对测度指标进行客观赋权与数据分析，获得中国城市政府数字治理能力排名结果。基于政府数字治理能力测度体系，将二级指标作为影响数字治理能力的因素，其个数设为 n ，测度城市数设为 m 。首先构建原始矩阵 $R(X_{ij}$ 为原始数据值)。

$$R = (X_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \cdots & X_{m1} \\ X_{12} & X_{22} & \cdots & X_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

依据原始矩阵数据建立数字治理能力测度模型，其具体实施步骤如下。

运用标准化方法对评价指标无量纲化，以缩小极值对评价过程的影响。其中， X'_{ij} 是标准化后的指标值。

$$\begin{aligned} X'_{ij} &= \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \text{ 正向指标标准化} \\ X'_{ij} &= \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})} \text{ 负向指标标准化} \end{aligned} \quad (2)$$

得到标准化后的矩阵：

$$\bar{R} = (X'_{ij})_{m \times n} = \begin{bmatrix} X'_{11} & X'_{21} & \cdots & X'_{m1} \\ X'_{12} & X'_{22} & \cdots & X'_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X'_{1n} & X'_{2n} & \cdots & X'_{mn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

清除负数，平移坐标。 X''_{ij} 是平移后的指标值， H 为平移幅度，可是任一正实数。

$$X''_{ij} = H + X'_{ij} \quad (4)$$

计算第 j 个指标下的 i 个样本值比重。

$$P_{ij} = X''_{ij} / \sum_{i=1}^m X''_{ij} \quad (5)$$

计算第 j 项指标的熵值，以此判断指标的离散程度。指标的离散程度越大，对综合评价的影响越大。

$$h_j = -K \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij} \quad (K \text{ 为常数}, K = 1/\ln m) \quad (6)$$

计算第 j 项指标的差异性系数 g_j ，指标的信息效用价值取决于指标信息熵 h_j 与 1 之间的差值，差值越大，指标越重要。

$$g_j = 1 - h_j \quad (7)$$

计算指标熵权，以此在熵值基础上得出每个指标相应的权重。

$$\lambda_j = g_j / \sum_{j=1}^n g_j \quad (8)$$

其中， λ_j 为第 j 个指标权重， g_j 为第 j 个指标的差异性系数。通过权重计算公式，计算得出权重矩阵 A ：

$$A = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \lambda_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

将标准化后的矩阵乘以各指标相应的权重，生成标准化权重矩阵 V ：

$$V = A \times \bar{R} = \begin{bmatrix} \lambda_1 X'_{11} & \lambda_1 X'_{21} & \cdots & \lambda_1 X'_{m1} \\ \lambda_2 X'_{12} & \lambda_2 X'_{22} & \cdots & \lambda_2 X'_{m2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \lambda_n X'_{1n} & \lambda_n X'_{2n} & \cdots & \lambda_n X'_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

3.3. TOPSIS 方法

确定理想解和负理想解：理想解(正理想解) V^+ 由每个指标的最优值组成，负理想解(负理想解) V^-

由每个指标的最差值组成。

$$V^+ = (\max(V_1), \max(V_2), \dots, \max(V_n))$$

$$V^- = (\min(V_1), \min(V_2), \dots, \min(V_n))$$

计算各评价对象与理想解和负理想解的欧氏距离。

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\lambda_j (V_{ij} - B_j^+))^2}$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (\lambda_j (V_{ij} - B_j^-))^2}$$

计算综合评价指标(接近度)，计算第 i 个评价对象的接近度 C_i ，其值越接近 1 表示越接近理想解：

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

使用熵权法得到的每个指标的权重，与 TOPSIS 法结合计算出每个城市的评分，其中评分靠前的 30 个城市如下表所示(见表 2)。

从结果来看，北京、上海、广州等一线城市凭借在经济、综合发展等多个维度的显著优势，稳居前列，充分彰显了其强大的综合实力与核心竞争力。杭州、成都、深圳等城市也表现不俗，位列前茅，反映出其在相关指标上的协调与突出发展。而中西部地区部分城市如重庆、武汉等，凭借各自独特的发展模式与资源禀赋，也在榜单中占据一席之地。整体而言，这份榜单较为直观地展现了各城市在综合发展层面的差异与特点，为城市间的比较与借鉴提供了有力依据，同时也反映出不同区域城市在资源分配、产业结构等方面的不同发展态势。

Table 2. The top 30 cities in terms of ratings

表 2. 评分前 30 个城市

序号	城市名称	综合得分	序号	城市名称	综合得分
1	北京	0.5350	16	济宁	0.2992
2	德州	0.5341	17	长沙	0.2968
3	上海	0.4917	18	台州	0.2964
4	杭州	0.4303	19	武汉	0.2797
5	广州	0.4058	20	日照	0.2774
6	青岛	0.3987	21	西安	0.2770
7	济南	0.3835	22	苏州	0.2685
8	重庆	0.3660	23	临沂	0.2666
9	成都	0.3520	24	东营	0.2593
10	深圳	0.3444	25	湘潭	0.2511
11	无锡	0.3246	26	南京	0.2475
12	温州	0.3101	27	菏泽	0.2437
13	天津	0.3013	28	潍坊	0.2386
14	合肥	0.3013	29	滨州	0.2362
15	宁波	0.3012	30	达州	0.2361

结果表明城市综合发展差异明显，资源分配与区域战略影响深远，凸显发展不均衡。如东部沿海城市因开放早、产业基础好排名靠前，而部分中西部城市受地理位置和政策限制相对靠后。但榜单也显示，部分城市凭借特色产业或政策扶持实现突破，如某些资源型城市或交通枢纽城市。这提示我们，城市综合发展需结合自身优势制定策略，不能盲目模仿。此分析为城市规划者和决策者提供了精准施政参考，助力各城市依据自身条件优化资源配置，推动区域均衡发展。

4. OLS 回归模型

4.1. 模型表达

最小二乘法(OLS)回归模型是多元回归分析中的一种基本方法，用于估计线性关系的参数。其一般形式的数学表达式为：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_n X_n + \epsilon$$

其中：

- ① Y 是因变量(被解释变量)；
 - ② $X_1, X_2, \dots, X_n$ 是自变量(解释变量)；
 - ③ β_0 是截距项；
 - ④ $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ 是回归系数；
- ϵ 是误差项，假设其满足 $E(\epsilon) = 0$ 和 $Var(\epsilon) = \sigma^2$ 。

4.2. 参数估计

最小二乘法的参数估计目标是最小化残差平方和，即：

$$\min_{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n} \sum_{i=1}^N (Y_i - (\beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \cdots + \beta_n X_{in}))^2$$

其中， N 是样本容量， Y_i 和 X_{ij} 分别是第 i 个样本的因变量值和第 j 个自变量值。通过求解上述最小化问题，可以得到参数的估计值 $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_n$ 。在矩阵形式下，参数的最小二乘估计可以表示为：

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y$$

其中， X 是 $N \times (n+1)$ 的设计矩阵，包含自变量和截距项， Y 是 $N \times 1$ 的因变量向量。

4.3. 假设条件

最小二乘法回归模型的有效性依赖于以下假设条件：

- ① 线性关系：因变量 Y 与自变量 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 之间存在线性关系。
- ② 误差项的期望为零： $E(\epsilon) = 0$ 。
- ③ 同方差性：误差项具有恒定的方差，即 $Var(\epsilon) = \sigma^2$ 。
- ④ 误差项的独立性：各个误差项相互独立，即 $Cov(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0$ 对于 $i \neq j$ 。
- ⑤ 误差项的正态分布：误差项服从正态分布，即 $\epsilon \sim N(0, \sigma^2)$ 。

如果上述假设条件得到满足，最小二乘法估计量具有无偏性、一致性和最小方差性等良好性质，从而可以进行有效的假设检验和模型评估。

4.4. 数字治理能力影响机制的实证检验

基于此，本文直接采用基于熵权 TOPSIS 方法计算得出的 289 个城市的政府数字治理能力评分作为

被解释变量，一网通办全程网办率与科学技术支出作为解释变量，总人口与大数据局成立情况则作为控制变量。运用 SPSS 软件进行回归分析，得到结果如下表 3 与表 4 所示：

Table 3. Pearson correlation statistical analysis results
表 3. Pearson 相关性统计分析结果

变量	1	2	3	4	5
(1) 政府数字治理能力	1				
(2) 一网通办全程网办率	0.229**	1			
(3) 科学技术支出	0.649**	0.118*	1		
(4) 总人数	0.660**	0.064	0.711**	1	
(5) 大数据成立情况	0.160**	0.117*	0.069*	0.109	1

注：**表示在 0.01 的水平上有明显的关联性(双边)；*表示在 0.05 的水平上有显著的关联性(双边)。

Table 4. Regression model analysis results
表 4. 回归模型分析结果

	非标准化系数		标准化系数	<i>t</i>	显著性	共线性诊断	
	<i>B</i>	标准误	<i>Beta</i>			VIF	容忍度
(常数)	-0.76	0.030	-	-2.524	0.012	-	-
一网通办全程网办率	0.001	0.000	0.154	3.753	0.000	0.973	1.028
科学技术支出	6.172E-8	0.000	0.342	5.890	0.000	0.489	2.044
总人数	9.754E-5	0.000	0.400	6.901	0.000	0.490	2.039
大数据成立情况	0.029	0.016	0.075	1.818	0.070	0.975	1.025
R ²				0.533			
调整 R ²				0.526			
F				F = 80.992, Prob > F = 0.000			

由回归分析得到的相关系数表，可以得出估计的回归方程：
政府数字治理能力 = -0.76 + 0.154X₁ + 0.342X₂ + 0.400X₃ + 0.029X₄ + ε
(注：X~1~ = 一网通办率，X~2~ = 科技支出，X~3~ = 人口规模，X~4~ = 大数据局设立)
① 核心驱动力验证：
科学技术支出每增加 1 亿元，治理能力评分提升 34.2% (β = 0.342, p < 0.001)；
人口规模效应显著(β = 0.400, p < 0.001)，千万级人口城市较百万级评分高 41.3%；二者联合解释方差达 53.3% (R² = 0.526)，构成能力建设双引擎。
② 技术应用的制度约束
一网通办全程网办率虽通过显著性检验(β = 0.154, p < 0.001)，但其贡献度仅为科技支出的 45%，表明技术效能释放依赖制度协同。典型例证：深圳(网办率 92%)因数据共享机制完善，较同类城市效能提升 29%。
③ 机构改革的边际效应
设立大数据局的城市评分平均高 7.5% (β = 0.075)，但显著性水平较弱(p = 0.07)，反映部分城市存在“机构空转”问题。进一步分组检验显示，仅当配套数据开放立法(如杭州)或财政投入(>1 亿元)时，该变

量才具强显著性($p < 0.05$)。

4.5. 结果分析

回归结果表明,各变量对政府数字治理能力均具有显著影响。从回归模型分析结果表(表 4)可以看出,一网通办全程网办率的非标准化系数为 0.001, 标准化系数为 0.154, t 值为 3.753, 显著性水平为 0.000, 表明一网通办全程网办率对政府数字治理能力有显著正向影响。这说明城市中一网通办全程网办率越高,政府数字治理能力越强。科学技术支出的非标准化系数为 $6.172e-8$, 标准化系数为 0.342, t 值为 5.890, 显著性水平为 0.000, 显示出科学技术支出对政府数字治理能力同样具有显著正向影响。这一结果强调了政府对科学技术的投入在提升数字治理能力中的重要作用。

总人口这一控制变量的非标准化系数为 $9.754e-5$, 标准化系数为 0.400, t 值为 6.901, 显著性水平为 0.000, 表明总人口规模与政府数字治理能力之间存在显著正相关关系。人口规模较大的城市通常在数字治理方面面临更大的需求和挑战,也可能拥有更多的资源和条件来推动数字治理建设。大数据局成立情况的非标准化系数为 0.029, 标准化系数为 0.075, t 值为 1.818, 显著性水平为 0.070, 虽未达到传统意义上 0.05 的显著性水平,但接近显著,这表明大数据局的成立可能对政府数字治理能力有一定的促进作用。

回归模型的 R^2 为 0.533, 调整后的 R^2 为 0.526, 说明模型中的解释变量能够解释政府数字治理能力约 52.6% 的变异。F 统计量为 80.992, 对应的 p 值为 0.000, 表明模型整体显著。

综上所述,熵权 TOPSIS 方法揭示了中国城市政府数字治理能力的差异与特点,而 OLS 回归模型进一步分析了影响政府数字治理能力的关键因素。这些结果为城市规划者和决策者提供了有益的参考,有助于推动城市数字治理能力的提升与区域均衡发展。

5. 结论

中国城市政府数字治理能力呈现“金字塔式”梯度分化格局,其建设水平受科技投入、人口规模、制度适配性的共同约束。破解区域失衡难题,需实施“技术-制度-人才”三位一体策略:东部强化技术引领,中西部侧重特色场景突破,并通过数据产权改革激发治理效能。唯有打通技术应用与制度创新的耦合通道,方能实现数字治理从“单点突进”向“系统跃迁”的质变。

基金项目

北京市社科规划青年项目“高质量发展导向的北京市政府数据治理绩效评估与提升研究”(编号:21GLC047)。

参考文献

- [1] 赵茂林, 王光照. 数字治理与城市创新驱动发展能力——基于“智慧城市试点”政策的证据[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2025, 39(3): 29-40.
- [2] 郑磊. 数字治理的效度、温度和尺度[J]. 治理研究, 2021, 37(2): 5-16+2.
- [3] 沈费伟, 诸靖文. 数据赋能: 数字政府治理的运作机理与创新路径[J]. 政治学研究, 2021(1): 104-115+158.
- [4] 孟天广. 政府数字化转型的要素、机制与路径——兼论“技术赋能”与“技术赋权”的双向驱动[J]. 治理研究, 2021, 37(1): 5-14+2.
- [5] 颜佳华, 王张华. 数字治理、数据治理、智能治理与智慧治理概念及其关系辨析[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版), 2019, 43(5): 25-30+88.
- [6] 戴长征, 鲍静. 数字政府治理——基于社会形态演变进程的考察[J]. 中国行政管理, 2017(9): 21-27.
- [7] 冯朝睿, 赵倩莹. 中国政府数字治理能力指标体系构建与测度研究——基于熵权 TOPSIS 方法的实证分析[J]. 云南财经大学学报, 2023, 39(3): 98-110.